

# La transferencia de imágenes electrográficas en la práctica artística contemporánea y su estabilidad

SILVIA GARCÍA FERNÁNDEZ-VILLA / JOSÉ MANUEL DE LA ROJA / MARGARITA SAN ANDRÉS

En el ámbito del Arte Contemporáneo, dispositivos como fotocopadoras e impresoras láser se han convertido en herramientas de primer orden. Además de su empleo en diferentes manifestaciones artísticas como el *Copy-Art*, las imágenes electrográficas por ellas generadas pueden ser trasladadas a otros soportes mediante procesos de transferencia. El uso de esta práctica artística, iniciada en los años 60, ha ido incrementándose en las últimas décadas y actualmente tiene una gran proyección debido a sus enormes posibilidades expresivas.

Este trabajo aborda los fundamentos de este procedimiento, así como el estudio de algunos factores que afectan a su estabilidad. Se parte del análisis de la composición del tóner seleccionado mediante espectroscopía FTIR-ATR y se aborda el ensayo de diferentes procesos de transferencia mediante la aplicación de calor y de disolvente sobre distintos soportes receptores. Finalmente, se evalúa la variación cromática del tóner transferido por acción de la radiación ultravioleta.

## INTRODUCCIÓN

La transferencia de imágenes electrográficas es uno de los procedimientos más difundidos entre los artistas contemporáneos. Los antecedentes de esta práctica artística surgieron hace décadas. Así, ya en 1958 el artista norteamericano Robert Rauschenberg (1925-2008) obtuvo las primeras transferencias de imágenes impresas, empleando revistas y periódicos, mediante el uso de disolventes. Esta estela la han seguido artistas de gran relevancia como el alemán Wolf Vostell (1932-98), así como otros vinculados al ámbito del *Copy-Art*. En España, las obras del grupo Alcalacanales son también ejemplos ilustrativos del gran interés por este novedoso procedimiento. Igualmente ha sido objeto de promoción e investigación desde el entorno del Museo Internacional de Electrografía de Cuenca y ha generado diversas publicaciones, entre las que se encuentran monografías dedicadas íntegramente al uso artístico de este procedimiento [1].

[1]

González, 2009;  
Pastor y Alcalá, 1997.

En la actualidad, el gran desarrollo de la tecnología electrográfica y su creciente accesibilidad hace que los artistas puedan emplear las fotocopadoras e impresoras de forma habitual y, en consecuencia, el uso de imágenes fotocopadas o impresas está completamente integrado en el lenguaje artístico contemporáneo. Ejemplo de ello es la gran cantidad de información disponible en Internet sobre los diferentes procedimientos de transferencia de fotocopias, bien sea para la creación artística o para su aplicación en otros campos. Así, el motor de búsqueda Google ofrece actualmente más de 8 millones de resultados a la búsqueda "*Photocopy Transfer*", por lo que resulta previsible que el uso de esta técnica, de gran proyección y enormes posibilidades expresivas, se difunda aún más en el panorama artístico de las próximas décadas. Puesto que para su aplicación se utilizan herramientas y materiales que, en principio, no han sido desarrollados para su uso en el campo artístico, es aconsejable conocer sus características y valorar los resultados obtenidos, especialmente en lo que se refiere a su comportamiento a largo plazo.

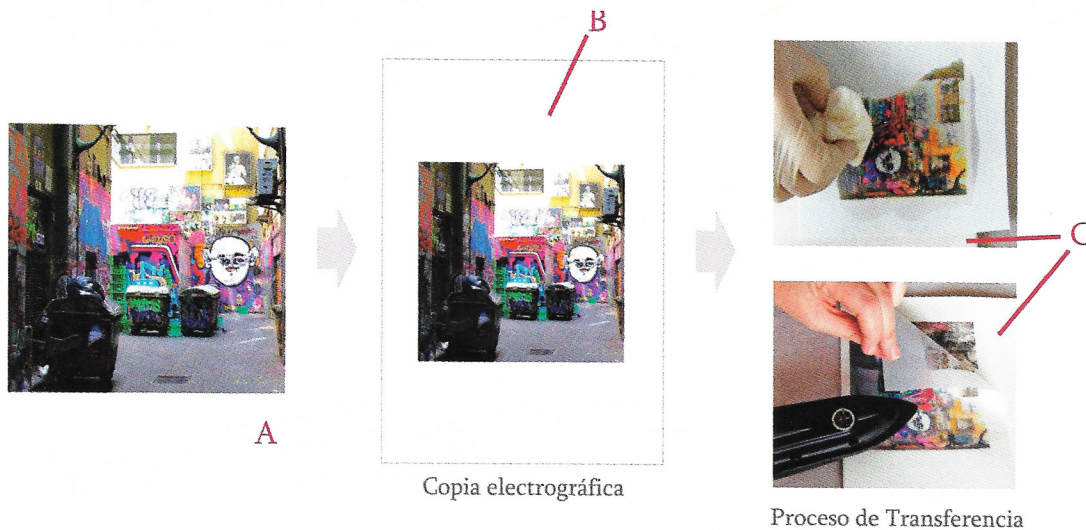
Con este objetivo, en este trabajo se han reproducido, a escala de laboratorio, los procedimientos que los artistas plásticos aplican en la ejecución de este tipo de obras pictóricas. Las transferencias así obtenidas han sido examinadas y sometidas a envejecimiento artificial acelerado; finalmente los resultados han sido evaluados.

## FUNDAMENTOS DE LA TRANSFERENCIA DE IMÁGENES ELECTROGRÁFICAS

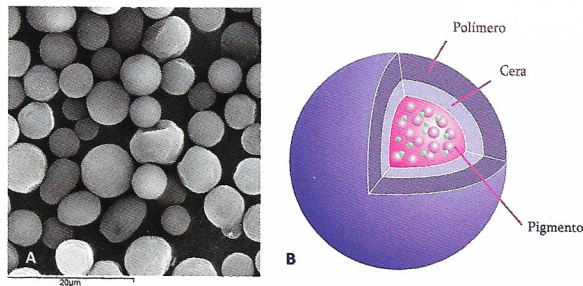
En el proceso de transferencia de imágenes electrográficas es indispensable la existencia de tres componentes: la imagen generada electrográficamente (imagen a transferir), el soporte temporal en el que se encuentra la imagen y el soporte receptor o final al que se va a transferir esta imagen. Asimismo, este proceso se lleva a cabo en varias etapas: (A) selección de la imagen original; (B) obtención de una copia electrográfica de la misma en un soporte temporal; y (C) transferencia al soporte definitivo mediante el uso de un disolvente o la aplicación de calor [F. 01]. De esta forma es posible trasladar la imagen electrográfica (fotocopia o impresión digital) a un nuevo soporte (soporte receptor o final) que no tiene que ser necesariamente susceptible de recibir la impresión directa de la máquina fotocopadora o la impresora (ej. soportes rígidos como el contrachapado, planchas metálicas, soportes tridimensionales, etc.).

**F. 01**

Esquema general del procedimiento de transferencia de una imagen (A) previamente seleccionada, copia electrográfica (B) y proceso de transferencia (C)

**F. 02**

- a) Imagen del tóner obtenida mediante MEB(ES);  
b) Estructura de una partícula de tóner



Por tanto, el proceso de transferencia se inicia partiendo de una imagen electrográfica (imagen a transferir) compuesta por partículas de tóner. Como se puede apreciar en la [F. 02], originariamente estas partículas tienen forma esférica y sus componentes están dispuestos en capas sucesivas. Del interior al exterior de la esfera, estos componentes son el pigmento, una cera y un polímero; la naturaleza y proporción de los mismos varían según el fabricante y la referencia del producto [2]. Las propiedades asociadas al carácter termoplástico del polímero permiten que el tóner pueda ser transferido a otros soportes receptores. Estas propiedades son su capacidad para ser disuelto en determinados disolventes y su reblandecimiento bajo la acción del calor.

Según lo anterior, los procedimientos más frecuentes para la transferencia de imágenes electrográficas se llevan a cabo mediante calentamiento o mediante disolución del tóner. En el primer caso pueden emplearse planchas de uso doméstico o espátulas térmicas; ambas se aplican sobre el reverso del soporte temporal impreso. El calor aportado provoca un aumento de la temperatura del tóner impreso, hasta que funde y queda transferido al soporte receptor. El soporte temporal impreso necesariamente debe presentar una cierta resistencia al rango de temperaturas empleado, así como una superficie satinada sobre la que el tóner no haya quedado muy impregnado en el proceso de fotocopia

[2]  
Léclerc *et al*, 1993, p. 25.



[3]  
González, 2009, p. 132.

o impresión (por ejemplo, papel vegetal). También el soporte final debe resistir las temperaturas de transferencia aplicadas, por lo que no resultan adecuados los de naturaleza termoplástica.

Por otra parte, la transferencia por disolución se puede realizar de dos formas: una posibilidad es mediante el uso de una muñequilla impregnada en un disolvente y con la que se frota el reverso de la copia electrográfica, hasta lograr la transferencia; la otra posibilidad es aplicando directamente el disolvente sobre el soporte final, superponiendo sobre éste la imagen, y frotando en seco el reverso del soporte temporal. En el primer caso el soporte temporal necesariamente debe ser poroso para permitir la filtración del disolvente (ej. hojas de papel de impresión normal). Por el contrario, si el disolvente se aplica sobre el soporte final, se pueden emplear otros tipos de soportes temporales no porosos, tales como el acetato para transparencias. Entre los disolventes más empleados para lograr la disolución del polímero contenido en el tóner se encuentran el xileno, el benceno, la acetona, el tricloroetileno o el tetracloruro de carbono [3]. La mayoría de ellos son de elevada toxicidad, por lo que en cualquier caso deben emplearse guantes y mascarilla de protección frente a los compuestos orgánicos volátiles; otra posibilidad es realizar esta operación en cámaras extractoras.

Un factor a considerar es que en el proceso de transferencia se produce una inversión de la imagen, por lo que la que se obtiene sobre el soporte final será la imagen especular de la impresión electrográfica. Esta particularidad debe tenerse en cuenta con determinados tipos de grafías (ej. letras o símbolos). También el sistema de transferencia empleado y las propiedades del soporte final (ej. porosidad) influirán decisivamente en las cualidades estéticas de la imagen transferida, obteniéndose así imágenes muy definidas o, por el contrario, otras muy imprecisas o difusas, lo que puede constituir un efecto buscado por el propio artista [F. 03].

Dada la gran difusión de los procedimientos de transferencia descritos, en este trabajo se han evaluado diferentes factores que afectan a la optimación de la calidad de la imagen transferida y su durabilidad. Los factores considerados han sido: composición del tóner, temperatura a la que se realiza la transferencia (en el caso de la transferencia por calor), grado de transferencia alcanzado mediante ambos procedimientos (por calor o por disolución) y, por último, también se ha estudiado la variación cromática del tóner transferido por acción de la radiación UV.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Preparación de muestras y materiales

Las imágenes generadas electrográficamente han sido obtenidas con una impresora láser color HP Laserjet 2550. Se han seleccionado dos tipos de imágenes para su transferencia. La primera de ellas está compuesta por siete áreas de masa (100% de porcentaje de punto) de forma rectangular de 2,6 x 30 cm; cuatro de ellas corresponden a cada uno de los colores primarios CMYK (cian, magenta, amarillo y negro) y las otras tres son el resultado de su mezcla RGB (rojo, verde y azul) [F. 04]. La segunda corresponde a una imagen que contiene los distintos colores CMYK en diferentes áreas de masa y tramados, así como combinación de los mismos [F. 05].



#### F. 03

Diferencias apreciables en la imagen final según el procedimiento de transferencia y el soporte definitivo:

- a) transferencia por temperatura sobre papel de grabado
- b) transferencia por disolución sobre preparación de yeso
- c) transferencia por temperatura sobre preparación de yeso

#### F. 04

Imagen con franjas de un porcentaje de punto del 100% de cada uno de los colores primarios CMYK y los colores RGB

#### F. 05

Imagen electrográfica seleccionada para realizar ensayos de transferencia



La impresión de las imágenes se ha realizado sobre dos tipos de soportes temporales, ambos de formato DIN A4. Uno de ellos es un soporte celulósico comercializado por la casa Xerox, bajo la denominación *Paper Permanent* y con un gramaje de 80 g/m<sup>2</sup>; este soporte ha sido utilizado para realizar las transferencias con disolvente. El otro es un papel vegetal *Diamant Extra Spezial 2612* de 92 g/m<sup>2</sup> y ha sido utilizado para realizar la transferencia por calor.

A su vez, los soportes receptores ensayados son de tres tipos diferentes. El primero es un soporte de DM sobre el que se ha aplicado una preparación tradicional de yeso aglutinado con cola de conejo (preparada al 10% en agua); el segundo soporte corresponde a un papel de grabado *Lanaprime 250* g/m<sup>2</sup> de grano fino; y el tercero es una loneta tejida de algodón sin preparación superficial.

#### IMPRESORA

Impresora láser por cuatricromía, modelo *HP Laserjet 2550*. Tóner: Negro (Ref. Q3960A), cian (Ref. Q3961A), amarillo (Ref. Q3962A) y magenta (Ref. Q3963A).

#### ESPÁTULAS TÉRMICAS

*CTS Artist* con termostato (25-380°C) para estimar los valores de temperatura a los que se logra la transferencia y *Coverite 21st Century Iron*, con regulador de temperatura (50-220°C) para la transferencia de imágenes.

#### Técnicas analíticas

##### ANÁLISIS COLORIMÉTRICO.

Para realizar las mediciones colorimétricas se ha utilizado un espectrofotómetro Konica Minolta CM 2600d, con un rango de 400 nm-700 nm y un intervalo de 10 nm. Geometría óptica de reflexión (de: 8°). Diámetro de área de medida de 3 mm. Las medidas se han expresado en coordenadas CIELAB ( $L^* a^* b^*$ ) suponiendo un iluminante patrón CIE D65 y observador patrón CIE 1964 10°. Los valores de las coordenadas CIELAB utilizados corresponden a los promedios de al menos cinco medidas. Los valores cromáticos han sido obtenidos mediante el *software* CM-S100w 1.91.0002 SpectraMagic y procesados en hoja de cálculo. Las diferencias de color fueron calculadas mediante la ecuación avanzada recomendada por la CIE CIEDE2000 [4]:

[4]  
CIE, 2004.

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left[ \frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right]^2 + \left[ \frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right]^2 + \left[ \frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right]^2 + R_T \left[ \frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right] \left[ \frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right]} \quad (1)$$

[5]  
Melgosa *et al*, 2001.

donde  $K_L=1$ ,  $K_C=1$  y  $K_H=1$ .

Las diferencias de color se han determinado tomando como referencia las medidas correspondientes a las muestras no envejecidas, que han sido nombradas como Ref. (0h). Por otra parte, las diferencias de color umbrales y superiores se han establecido de acuerdo a las recomendaciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color [5].

#### ESPECTROSCOPIA INFRARROJA POR TRANSFORMADA DE FOURIER

Para identificar la composición de los diferentes colores de tóner se ha utilizado un equipo Thermo Nicolet 380 con detector DTGS, rango 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  y resolución 4  $\text{cm}^{-1}$ . Registro de espectros 64 barridos. Accesorio de reflexión total atenuada (ATR) de cristal de diamante. Espectros analizados con Omnic v 7.3 y procesados con Origin v 7.0.

#### MICROSCOPIO ESTEREOSCÓPICO

El examen óptico de las transferencias fue realizado con un equipo Leica MZ125 equipado con una cámara digital Leica DC150.

#### MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

El análisis morfológico de las partículas de tóner se ha realizado en un microscopio electrónico de barrido (MEB) JEOL JSM 6400. Las muestras han sido metalizadas con oro y examinadas con electrones secundarios (ES).



### Envejecimiento UV

Los ensayos de envejecimiento artificial acelerado inducidos bajo la acción de la radiación fueron realizados en una cámara de envejecimiento UV fabricada bajo la norma UNE 53-104-86. Presenta un carrusel de 4 tubos fluorescentes Ultraviolet-B TL 40 W/12RS (Philips) con una distribución espectral de energía dentro del intervalo 260-390 nm, el máximo de emisión es de 0,80 W a 317 nm, con una radiación incidente sobre la muestra de 0,081 W/m<sup>2</sup> medida a 340 nm a una distancia de 10 cm. El tiempo de envejecimiento ensayado ha sido de 500 horas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición del tóner

Los resultados de los análisis por espectroscopía FTIR-ATR constatan que el polímero que envuelve las partículas de tóner es el mismo para los cuatro colores CMYK; se trata de un copolímero de estireno-acrilato. Asimismo, como era de esperar, los pigmentos son diferentes. En el tóner de color magenta se ha identificado un compuesto de quinacridona; en el tóner de color cian un compuesto de ftalocianina; mientras que, en el caso del tóner de color amarillo, probablemente se trate de un amarillo arylide (amarillo monoazoico). La naturaleza del pigmento del tóner negro no se ha podido identificar mediante esta técnica, si bien el *background* del espectro hace presuponer que se trata de un negro de carbón [F. 06].

El conjunto de estos resultados complementa la información suministrada por el fabricante (Hewlett Packard) [6] en las Hojas de Datos de Seguridad (MSDS - *Material Safety Data Sheet*) correspondientes [Tabla 01]. Así, se confirma la naturaleza del copolímero; por otra parte, el pigmento de cobre indicado en la MSDS y referido al tóner de color cian, puede tener relación con la presencia de ftalocianina de cobre. Asimismo, los componentes pigmentarios de los otros tóneres, respecto a cuya naturaleza no se aporta ningún tipo de información, han sido identificados mediante espectroscopía FTIR-ATR. Por último, según esta hoja de datos, el pigmento del tóner de color negro es un negro carbón, lo que confirma la hipótesis señalada anteriormente. Hay que señalar que la sílice amorfa mencionada en la Hoja de Datos no se ha podido detectar, probablemente porque se encuentra en muy pequeña proporción (inferior al 2%).

[6]  
HP, 2004.

### Temperatura de transferencia

Los ensayos realizados para determinar la temperatura óptima de transferencia se han llevado a cabo con la espátula térmica *CTS Artist*, empleando como soporte temporal una hoja de papel vegetal *Diamant Extra Spezial 2612* formato DIN A4. El rango de temperaturas ensayadas oscila entre 60 y 300°C, en intervalos crecientes de 20°C. Los resultados obtenidos constatan que las temperaturas inferiores a 100°C no permiten una transferencia homogénea e íntegra de la imagen, mientras que el rango 100-150°C (correspondiente a las temperaturas de reblandecimiento de los diferentes tipos de tóner mencionadas en la información técnica del fabricante) permite una correcta transferencia de la imagen. Este rango es también al que se suele trabajar empleando una plancha de uso doméstico para el proceso de transferencia, cuyas temperaturas máximas suelen estar en torno a unos 150°C.

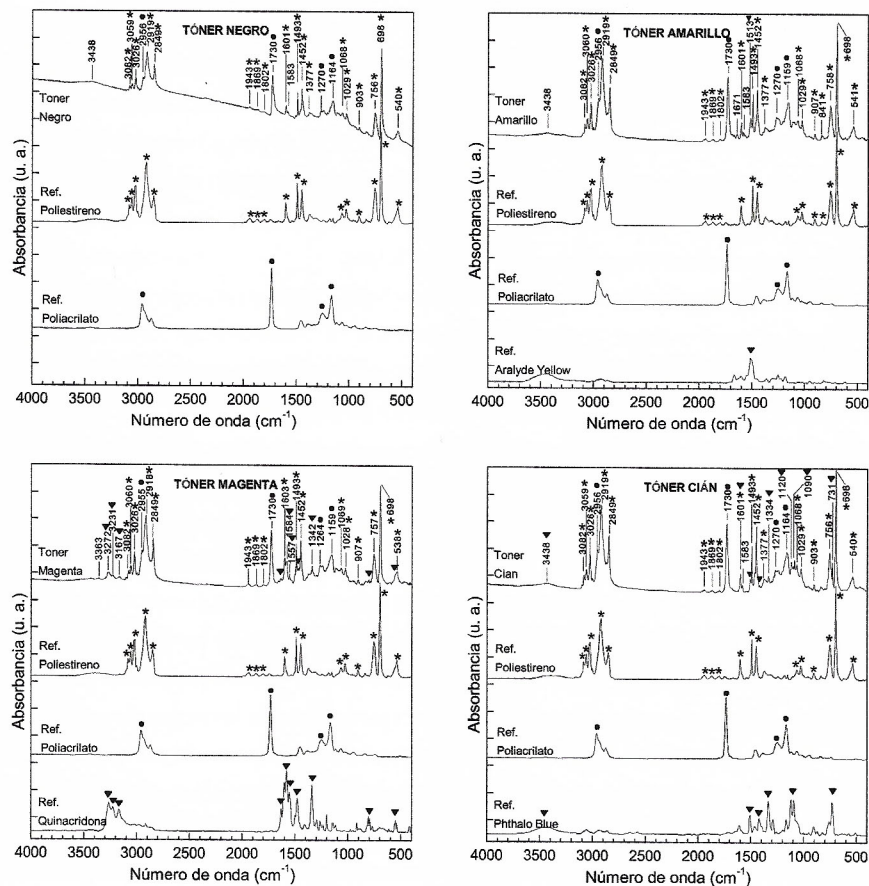


# F. 06

Espectros FTIR-ATR de los tóner CMYK y espectros de referencia de los compuestos identificados

Tabla 01

Abajo. Información técnica sobre la composición de los tóneres estudiados disponible en sus correspondientes hojas de datos de seguridad (MSDS)



TÓNER	REFERENCIA	COMPOSICIÓN SUMINISTRADA POR EL FABRICANTE	
Negro	Q3960A	Copolímero de estireno-acrilato	< 85%
		Ceras	< 15%
		Negro carbón	< 8%
Cian	Q3961A	Copolímero de estireno-acrilato	< 85%
		Ceras	< 10%
		Compuesto de cobre	< 5%
		Sílice amorfa	< 2%
Amarillo	Q3962A	Copolímero de estireno-acrilato	< 85%
		Ceras	< 10%
		Pigmento	< 5%
		Sílice amorfa	< 2%
Magenta	Q3963A	Copolímero de estireno-acrilato	< 85%
		Ceras	< 10%
		Pigmento	< 7%
		Sílice amorfa	< 2%

# F. 07

Curvas de reflectancia de los tóner CMYK. En trazo continuo, tóner impreso directamente sobre papel *Permanent* 80 g/m<sup>2</sup> de Xerox. En trazo de puntos, tóner transferido con

temperatura sobre papel de grabado. En trazo de rayas discontinuo, tóner transferido con disolvente sobre papel de grabado

Por otro lado, se aplicaron estos rangos e intervalos de temperatura empleando la misma espátula térmica sobre una impresión directa en papel *Paper Permanent* (Xerox) e interponiendo un film poliéster; en este caso, el ensayo revela que a temperaturas superiores a 200  C se comienzan a generar brillos sobre las masas de tóner impresas.

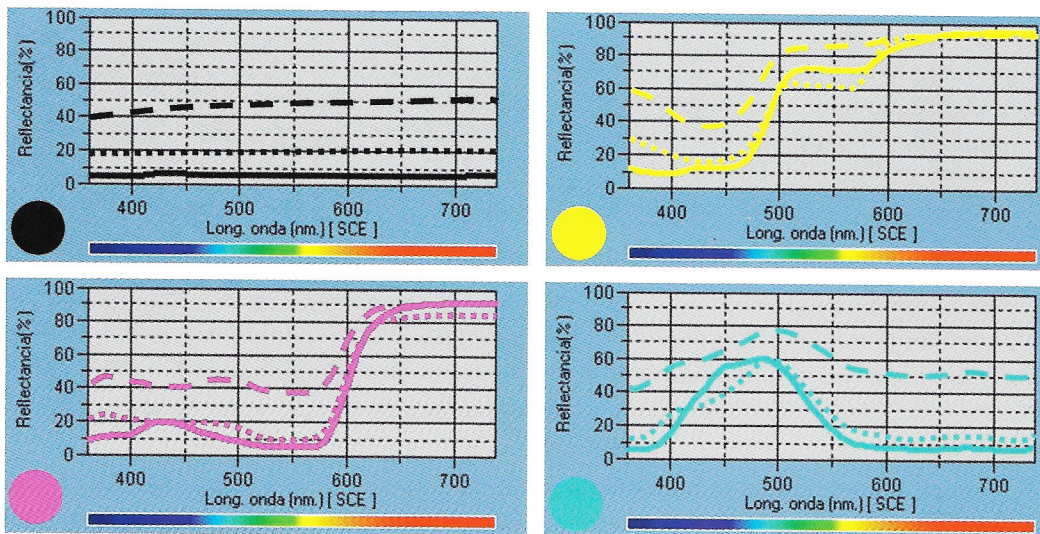
## Grado de transferencia (Temperatura / Disolvente)

Se han ensayado los dos procedimientos descritos anteriormente. En ambos casos se ha partido de una imagen electrográfica obtenida por impresora láser. Los soportes receptores utilizados son de amplio uso artístico; se trata de la preparación tradicional de yeso aglutinado con cola de conejo, papel de grabado y una loneta de algodón sin capa de preparación. Las características de todos ellos ya han sido descritas.

Para la transferencia mediante calor, el soporte temporal de la imagen ha sido papel vegetal *Diamond Extra Spezial 2612*. El proceso se ha llevado a cabo ejerciendo presión sobre el reverso de este papel con una espátula térmica *Coverite 21st Century Iron* y a una temperatura aproximada de 150  C.

En el caso de la transferencia mediante disolvente, se ha utilizado como soporte temporal de la imagen el papel *Paper Permanent* de 80 g/m<sup>2</sup>. De acuerdo a la solubilidad del recubrimiento polimérico del tóner, el disolvente empleado ha sido el xileno. La transferencia se ha realizado impregnando el reverso del soporte temporal, mediante frotación de una muñequilla humedecida con el disolvente. En este caso, la porosidad del papel permite la migración del disolvente y la disolución del tóner para su transferencia al nuevo soporte.

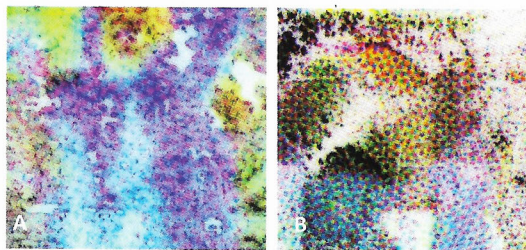
Independientemente del tipo de soporte receptor de la imagen transferida, los resultados obtenidos por los métodos descritos muestran diferencias notables. En general, las imágenes obtenidas por la acción de la temperatura presentan una mayor definición, así como una mayor cantidad de tóner





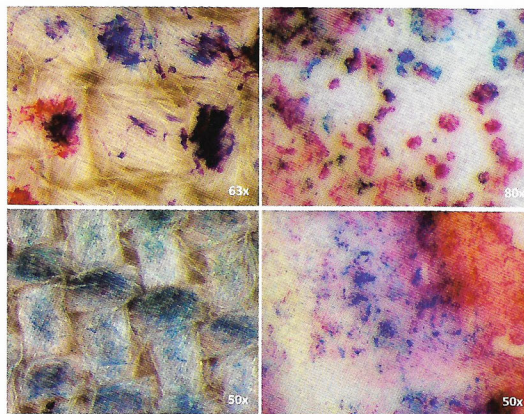
#### F. 08

Imágenes obtenidas mediante microscopio estereoscópico (16x): a) transferencia por disolución; b) transferencia por temperatura. Ambas sobre preparación tradicional de yeso



#### F. 09

Imágenes con microscopio estereoscópico de las transferencias sobre loneta de algodón y preparación tradicional. En la parte superior (transferencia por temperatura) se puede apreciar la disposición del tóner en la superficie del soporte. En la parte inferior (transferencia con disolvente) se aprecia la penetración del tóner en los intersticios del soporte



transferido y, en consecuencia, una mayor intensidad de color, tal y como se puede apreciar en las curvas de reflectancia que se recogen en la [F. 07]. Por el contrario, las imágenes obtenidas por transferencia con disolvente, presentan unos contornos mucho más difusos y una mayor mezcla de los colores básicos (CMYK) [F. 08]. Las características descritas tienen relación con la disolución del recubrimiento polimérico de las partículas del tóner y la consiguiente liberación de las micropartículas de pigmento, a lo que hay que añadir una cierta solubilidad del pigmento amarillo.

Los efectos descritos anteriormente quedan constatados en las imágenes que se muestran en la [F. 09]. Cuando la transferencia es por calor, el tóner suele estar dispuesto sobre la capa más superficial del soporte, mientras que cuando se aplica un disolvente, el tóner lo impregna y penetra entre sus intersticios.

Respecto a la influencia del soporte definitivo sobre las características de la imagen transferida, los mejores resultados se han obtenido sobre el soporte tradicional con preparación de yeso, independientemente del sistema de transferencia utilizado. Hay que señalar que cuando la transferencia es con disolvente, no es aconsejable el empleo de soportes muy porosos, tales como el papel de grabado.

#### Variación cromática con el envejecimiento con radiación UV

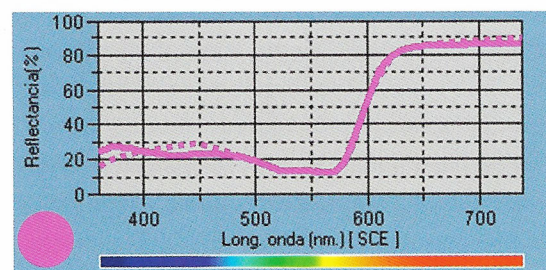
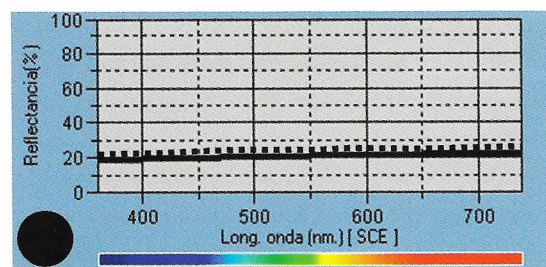
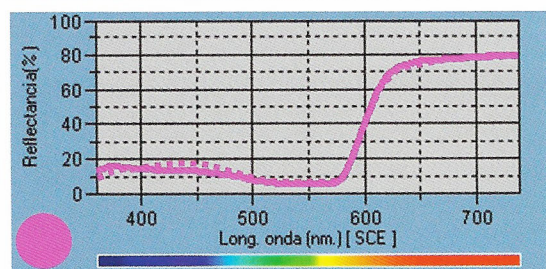
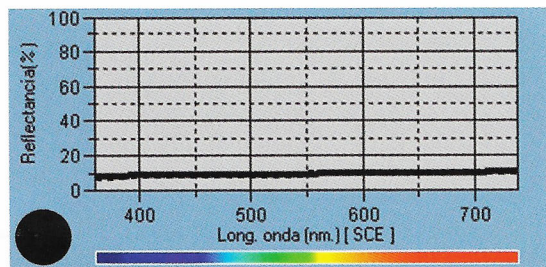
Los ensayos de envejecimiento de las imágenes transferidas así como de la impresión directa se han realizado con la cámara de envejecimiento UV especificada en los datos técnicos. El ensayo se ha llevado a cabo sobre las siguientes muestras: las imágenes transferidas con temperatura sobre los soportes de preparación de yeso (A1) y papel de grabado (A2), las imágenes transferidas con disolvente sobre el soporte de preparación de yeso (B1) y, además, la imagen obtenida directamente de la impresora en el soporte de papel *Permanent* de la casa Xerox (C1). En todos los casos, la imagen utilizada corresponde a la transferencia de áreas de masa (porcentaje de punto 100%) de cada uno de los colores primarios CMYK (ver F. 04), así como a su impresión electrográfica. En todos los casos, el tiempo de envejecimiento ha sido de 500 h.

La evolución cromática experimentada por las muestras A1, A2, B1 y C1 es similar. La mayor variación cromática se produce en el color amarillo (Y) y en menor grado en los colores CMK, si



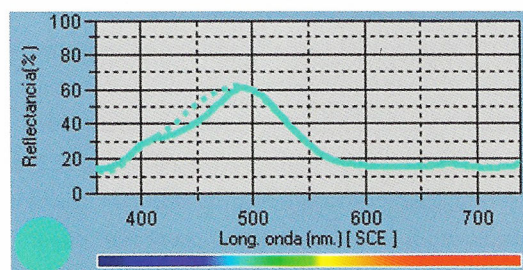
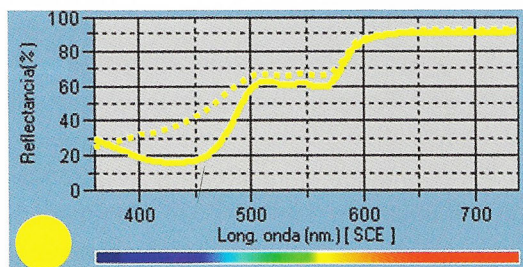
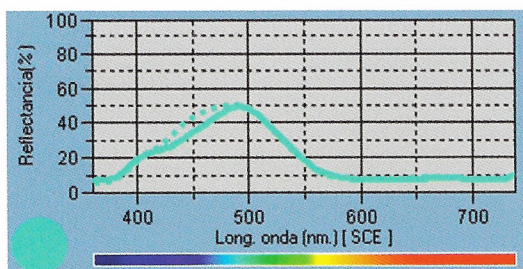
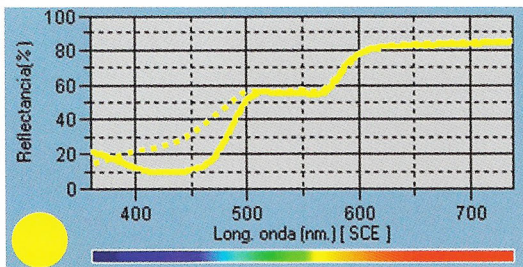
### F.10

Curvas de reflectancia de la muestra A1.  
En trazo continuo muestra sin envejecer (ref. 0 h)  
y en trazo de puntos, envejecida 500 h



### F.11

Curvas de reflectancia de la muestra A2.  
En trazo continuo muestra sin envejecer (ref. 0 h)  
y en trazo de puntos, envejecida 500 h



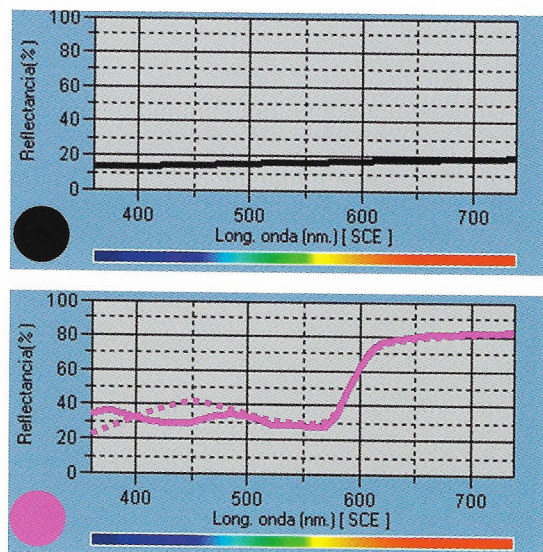
bien estas variaciones muestran ciertas diferencias, dependiendo del procedimiento de transferencia empleado.

En el caso de las imágenes transferidas con temperatura, A1 y A2, el comportamiento es semejante [F.10 y 11]. La mayor diferencia cromática corresponde al color amarillo (A1:  $\Delta E_{00} = 11,45 \pm 0,73$ ; A2:  $\Delta E_{00} = 11,31 \pm 0,56$ ), en menor grado al color cian (A1:  $\Delta E_{00} = 4,05 \pm 0,04$ ; A2:  $\Delta E_{00} = 5,21 \pm 0,16$ ) y al color magenta (A1:  $\Delta E_{00} = 3,22 \pm 0,10$ ; A2:  $\Delta E_{00} = 3,81 \pm 0,33$ ) y la variación es mínima en el color negro (A1:  $\Delta E_{00} = 1,48 \pm 0,07$ ; A2:  $\Delta E_{00} = 2,63 \pm 0,25$ ).



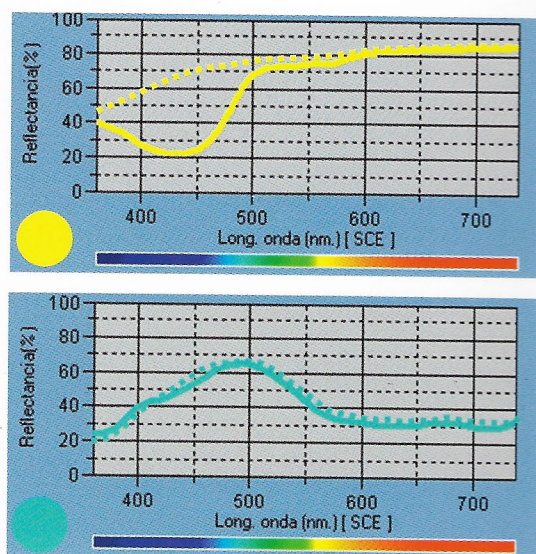
F. 12

Curvas de reflectancia de la muestra B1.  
En trazo continuo muestra sin envejecer (ref. 0 h)  
y en trazo de puntos muestra envejecida 500 h



F. 13

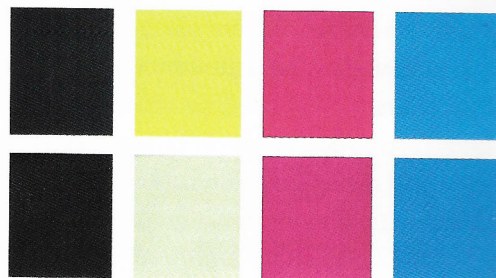
En la parte superior, impresión directa antes del envejecimiento UV. En la parte inferior, impresión directa tras el envejecimiento UV de 500 h



En relación a las imágenes transferidas con disolvente (B1), al igual que con la temperatura, la mayor variación cromática la experimenta el color amarillo ( $\Delta E_{00} = 17,69 \pm 0,13$ ) si bien en este caso de manera más elevada [F. 12]. En menor grado varía el color magenta ( $\Delta E_{00} = 5,40 \pm 0,25$ ) y el color negro ( $\Delta E_{00} = 4,99 \pm 1,42$ ) y la variación es mínima en el color cian ( $\Delta E_{00} = 2,42 \pm 0,13$ ).

Si se comparan las variaciones cromáticas de las transferencias realizadas con temperatura (A1 y A2) y las realizadas con disolvente (B1) se observa que, si bien en ambos casos el color amarillo experimenta la mayor variación, los otros colores CMK no varían de la misma forma. En el caso de la transferencia con temperatura (A1 y A2) el orden según el grado de mayor a menor variación es CMK, mientras que en el caso de la transferencia con disolvente (B1) es KMC. Como se apuntaba anteriormente, en el método de transferencia de la imagen con disolvente (B1) se observa una solubilidad del pigmento amarillo y, si por otra parte se considera que la disposición de este color en la imagen de transferencia está entre el color negro y el magenta (ver F. 04) se puede entender que la migración del tóner de color amarillo haya contaminado los colores adyacentes negro y magenta, lo que explicaría que se produzca una mayor variación en estos colores.

Respecto al envejecimiento experimentado por la muestra C1, correspondiente a la imagen obtenida directamente de la impresora sobre soporte de papel *Permanent*, al igual que en las muestras anteriores, la mayor variación cromática se produce en el color amarillo ( $\Delta E_{00} = 11,61 \pm 0,48$ ) mientras que en el resto de colores, cian ( $\Delta E_{00} = 1,35 \pm 0,16$ ), magenta ( $\Delta E_{00} = 1,51 \pm 0,08$ ) y negro ( $\Delta E_{00} = 2,47 \pm 0,46$ ), la variación es mínima [F. 13].



## CONCLUSIONES

La transferencia de imágenes electrográficas mediante calor puede realizarse de manera óptima a temperaturas comprendidas entre los 100°C y los 150°C; estos valores se alcanzan habitualmente con instrumentos como planchas de uso doméstico o espátulas térmicas. Hay que señalar, asimismo, que por encima de 150°C se aprecia un aumento de brillo superficial del tóner impreso, por lo que no resulta aconsejable trabajar a temperaturas superiores a este valor.

Según lo observado en el estudio de las imágenes obtenidas mediante microscopio estereoscópico, se puede concluir que en el caso de la transferencia por disolución se produce una mayor penetración del tóner sobre el soporte receptor, si bien este fenómeno va acompañado de una pérdida de definición en los contornos así como de una ligera pérdida de intensidad de color con respecto de la transferencia por temperatura.

Los ensayos de envejecimiento realizados con radiación UV sobre las impresiones electrográficas constatan la alteración del tóner amarillo, que experimenta una significativa variación de su color original. Sin embargo, los tóneres cian, magenta y negro han mostrado un comportamiento considerablemente mejor.

En general, la evolución cromática de las transferencias tras el envejecimiento UV ofrece resultados similares, independientemente del sistema de transferencia empleado (bien sea por temperatura o disolución). En todos los casos el tóner con mayores cambios cromáticos es el amarillo, mientras que el resto de colores lo hacen en menor grado.

Por otra parte, ya sea en el caso del tóner transferido mediante temperatura o mediante disolución, la variación cromática experimentada, principalmente en los tóneres CMK, es ligeramente superior a la producida cuando el tóner es impreso directamente; cabe suponer, por tanto, que durante el proceso de transferencia se pueda haber producido algún tipo de modificación de los componentes del tóner que de origen a esta ligera variación cromática.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto CTQ2010-20831 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.



## BIBLIOGRAFÍA

- CIE: *Publication 15 (3rd ed.), Colorimetry*. Viena: CIE Central Bureau, 2004.
- GONZÁLEZ, N. *La transferencia de la imagen de mediotono impresa: posibilidades plásticas y creativas*. [Tesis Doctoral, dir. Manuel Huertas Torrejón] Madrid: Universidad Complutense, 2009.
- HP: "Material Safety Data Sheet: Black Cartridge Q3960A, Cyan Cartridge Q3961A, Yellow Cartridge Q3962A, Magenta Cartridge Q3963A", 2004. Disponible en: <http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/products/msds-specs.html> (consulta: 15 de abril de 2011).
- LÉCLERC, F.; DUHAMEL, M. y VALETTE, N. "Etude sur la stabilité des photocopies". *Les documents graphiques et photographiques. Analyse et conservation*. París: Direction des Archives de France, 1993.
- MELGOSA, M.; PÉREZ, M.; YEBRA, A.; HUERTAS, R. e HITA, E. "Algunas reflexiones y recientes recomendaciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color". *Óptica Pura y Aplicada*, n. 34, pp. 1-10, 2001.
- PASTOR, J. y ALCALÁ, J.R. *Procedimientos de transferencia en la creación artística*. Pontevedra: Diputación Provincial, Servicio de Publicaciones, 1997.

## CURRÍCULUM VITAE

---

SILVIA GARCÍA FERNÁNDEZ-VILLA

Doctora en Bellas Artes. Profesora del Dpto. Pintura-Restauración de la Facultad de Bellas Artes (Univ. Complutense de Madrid) y miembro del Grupo de Investigación *Técnicas de Documentación, Conservación y Restauración del Patrimonio* (Grupo 930420).

JOSÉ MANUEL DE LA ROJA DE LA ROJA

Doctor en Bellas Artes. Colaborador Honorífico del Dpto. Pintura-Restauración de la Facultad de Bellas Artes (Univ. Complutense de Madrid) y miembro del Grupo de Investigación *Técnicas de Documentación, Conservación y Restauración del Patrimonio* (Grupo 930420).

MARGARITA SAN ANDRÉS MOYA

Doctora en Ciencias Químicas. Profesora Titular del Departamento Pintura-Restauración de la Facultad de Bellas Artes (Univ. Complutense de Madrid) y responsable del Grupo de Investigación *Técnicas de Documentación, Conservación y Restauración del Patrimonio* (Grupo 930420).